

秸秆根茬还田通用机作业参数的优化设计

侯丽薇 宋述荣* 许彪 景丰

(吉林农业大学工程技术学院 长春 130118)

(* 东北勘探设计院 长春 130022)

摘要 论述了秸秆根茬还田通用机作业参数与工作质量、功率消耗的关系。通过优化设计,揭示各约束条件的内部规律,提出了作业参数的最优化组合,可供工作使用。

关键词 秸秆根茬还田通用机 作业参数 优化设计

1 引言

秸秆根茬还田通用机是用于玉米秸秆和根茬的粉碎还田,可进行碎—深松—深施肥—起垄组合作业的一种新型垄作旋耕机具。

秸秆根茬还田通用机的基本作业参数主要是指刀具的回转半径 R , 入土深度 a , 机组前进速度 V 和刀轴转速 n 等。其它各参数加刀刃切削的绝对速度等均为导出参数,不是基本作业参数。这些基本作业参数的大小直接影响机具的工作质量、功率消耗和生产效率等技术指标。但由于各参数的增减对各项指标的影响效果不同,有的作用甚至是相反的。因此各参数的确定受到相互矛盾的各种条件的制约,以往,参数的确定多为经验给出,在实际工作中有较大的盲目性。因此,本文通过优化设计,确定的各参数最优组合,可以获得较高的作业质量、生产效率和较低的能耗,对实际生产具有重大的指导意义。

2 作业参数与工作质量的关系

2.1 作业参数与入土深度的关系

根据农业技术的要求,在保证灭茬深度的范围内,不产生刀背推土现象情况下作业参数满足下式:

$$R - \frac{30V}{3.14n} \leq a \quad (1)$$

R ——刀片最大回转半径

V ——机组前进速度

n ——刀轴转度

a ——入土深度

2.2 作业参数与刀片进给量的关系

灭茬机的碎茬质量主要和作业速度参数有关。刀片进给量与速度参数关系如下:

$$S = \frac{60V}{Zn} \quad (2)$$

S ——刀片进给量

z ——同一切割小区,刀轴转一圈的刀片数

2.3 作业参数与碎茬长度的关系

通过计算得碎茬长度与作业参数的关系式:

$$D = R \left[\cos\alpha_0 - \cos\left(\alpha_0 - \frac{\cos\alpha_0 - \cos(\alpha_0 + 60^\circ)}{V_0 - R \cdot W \cdot \sin\alpha_0} W \cdot R \right) \right] \quad (3)$$

D ——碎茬长度

α_0 ——刀片碎茬时与水平方向夹角

3 作业参数与功率消耗关系

各国学者对作业参数与功率消耗的关系做了不少研究工作,综述如下:

3.1 转速与功率消耗的关系

刀辊半径一定时,刀轴转速与功率消耗的关系就是刀片端点圆周速度与功率消耗的关系。

Я. М 茹克试验表明:功率消耗和切削速度间的关系可用抛物线方程式表示。

Л. В 巴甫洛夫试验表明:圆周速度与功率消耗之间呈线性关系,功率是下降的。

Г. Н 西涅阿科夫和 Н. М 潘诺夫指出:提高圆周速度会使旋耕时消耗的能量按二阶曲线规律增加。(因此,为了减少旋耕时的能量消耗,应使旋耕式耕作机械在农业技术所允许范围内,以尽量低的转速进行操作)。

3.2 机组前进速度与功率消耗的关系

Я. М 茹克试验表明:机组前进速度与功率消耗成线性关系。

雅宗试验表明:机组前进速度与功率消耗也成线性关系,当前进速度在 $0.86 \sim 1.7 \text{ m/s}$ 时,正转功率增加1.07倍,反转时增加0.9倍。

В. С 苏里洛夫和 Н. С 契卡切夫试验表明:刀片进给量一定时,机组前进速度与功率消耗之间的变化关系呈凹曲线形式。

3.3 刀片进给量与功率消耗的关系

В. С 苏里洛夫和多金的试验表明:随进给量的加大,消耗于切削的功率按上凸曲线减少,随前进速度的提高进给量对功率降低的影响也加大。

茹克试验表明:功率随进给量的加大而减少,但不太明显。

3.4 作业参数与比能的关系

耕作时单位体积土壤所消耗的能量,称为比能耗或比能。

别尔那茨卡试验表明: 当进距不变时, 比能与圆周速度成抛物关系增长; 比能与前进速度之间呈抛物线关系; 当刀片进给量为定值时, 比能随耕深的增加而下降。在轻中型土壤的田间, 比能与切削深度无关。

3.5 功率的数学公式

由上可知, 虽然中外学者都做了不少的工作, 由于试验条件的差异, 所得结论也不尽相同, 因此在研究作业参数和功率消耗的关系及以功率消耗最小为目标时, 要具体分析自己的试验条件。

关于作业参数与功率消耗的关系问题, 我们在含水率不高的碱性土壤进行了大量试验研究, 对试验数据进行处理, 结果表明: 功率消耗与机组前进速、刀轴转速之间一般为线性关系, 少数为不明显的下凹曲线关系。对数据进行处理, 并得出回归方程 $P = 1.6V + 0.14n - 10.05$ (方程的显著水平 $\alpha = 0.01$)

4 作业参数的优化

4.1 目标函数

目标函数为: $\min P = 1.6V + 0.14n - 10.05$

4.2 约束条件

4.2.1 灭茬深度约束

保证一定灭茬深度要求, 由(1)式得

$$G_1 = R - a - V/W \quad 0$$

4.2.2 刀片进给量约束

满足刀片进给量的要求, 选择 $S = 60\text{mm}$,

$$G_2 = 60 - 60V/(WZ) \quad 0$$

4.2.3 刀片回转半径约束

刀片回转半径 $R = 350\text{mm}$

$$G_3 = 350 - R \quad 0$$

4.2.4 转速约束

转速 n 范围为300转/分 $n = 500$ 转/分

$$G_4 = n - 300 \quad 0$$

$$G_5 = 500 - n \quad 0$$

4.2.5 碎茬长度约束

碎茬长度的范围 $D = 100\text{mm}$

$$G_6 = 100 - D \quad 0$$

4.3 计算结果

优化设计的目的是找到一组 R, W 值, 既能保证有较好的作业质量, 较好的生产率, 又要有较低的功率。本设计以功率最小为优化的目标, 以 R, W 值为优化的状态变量。

本设计是在长春-40型拖拉机牵引下, 分在4.15km/h、5.74km/h、7.11km/h 三种不同牵

引速度, 80mm、100mm、120mm 三种不同灭茬深度情况下进行的, 选用坐标轮换法, 在微机上运行, 计算结果见表1。

Table 1 The best working parameters

a	$a = 80\text{mm}$			$a = 100\text{mm}$			$a = 120\text{mm}$		
V (km/h)	4.15	5.74	7.11	4.15	5.74	7.11	4.15	5.74	7.11
R (mm)	260	260	260	280	280	280	300	300	300
W (r/s)	32	42	52	32	42	52	32	42	52
n (n/min)	305.6	401.1	496.6	385.6	401.1	496.6	305.6	401.1	496.6
S (mm)	37.7	39.8	39.8	37.7	39.8	37.8	39.7	39.8	39.8
P (h.p.)	4.5	5.3	6.4	4.5	5.3	6.4	4.5	5.3	6.4

5 结 语

本文通过优化设计, 使刀具的回转半径 R 、刀轴转数 n 、机组前进速度 V 等参数在约束条件下, 每对应一组 a 、 V 值, 都可以找到一组 R 、 n 、 V 使消耗功率最小。

在众多约束中, 刀具的回转半径 R 的取值, 主要是由入土深度决定的, 且随着入土深度的增加而增加。在相同的入土深度下, 选用较低的前进速度和刀轴转速的组合, 其消耗功率小; 选用较高前进速度和刀轴转速的组合, 其消耗功率大。

参 考 文 献

- 1 王鲁君. 拖拉机—旋耕机组匹配的研究. 拖拉机, 1990, (5): 29 ~ 37
- 2 朱全华等. 旋耕机刀片的 CAD 系统. 农业机械学报, 1985, (3): 51 ~ 57
- 3 镇江农机学院主编. 农业机械学. 北京: 中国农业机械出版社, 1981

The Optimum Design for Working Parameters of Universal Stem and Root Cutting Machine

HOU Li-Wei, SHONG Shu-Rong*, XU Biao, JING Feng

(College of Technology and Engineering Jilin Agricultural University, Changchun 130118)

(* Northeast Prospecting Designing Institute, Changchun 130022)

Abstract

In this paper, we study the relationship of working parameters, the operational quality and the power required. By means of optimized design, it presents the best working parameters of

Universal stem and root cutting machine.

Key words: Universal stem and root cutting machine, Working parameters, Optimized design

侯丽薇 女, 1993年毕业于吉林职业师范学院机械工程系, 现在吉林农业大学工程技术学院任教, 从事农业机械化的教学、科研工作。